CENTRE SAINT-LAURENT

Environnement Canada
Conservation et Protection
Région du Québec

Environment Canada
Conservation and Protection
Quebec Region

92-00408/

APPLICATION DU MODÈLE D'ANALYSE D'UTILISATION DE L'EAU AU BASSIN DE LA RIVIÈRE L'ASSOMPTION

par

Eric Doneys et Luc Dubois

ENVIRONNEMENT CANADA

RÉGION DU QUÉBEC

CONSERVATION ET PROTECTION

DIRECTION DES EAUX INTÉRIEURES

MAI 1991

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier tout spécialement Madeleine Papineau, Jocelyn Paquin et Jeff Harris qui ont bien voulu nous donner leurs commentaires, André Bouchard pour son support informatique dans la mise en application du modèle ainsi que Denis Labonté pour son support graphique.

Nous tenons également à remercier certains organismes provinciaux (Hydro-Québec et le MENVIQ) et fédéraux (Environnement Canada, Statistique Canada), en fait tous ceux qui de près ou de loin ont participé à l'élaboration de ce rapport.

RÉSUMÉ

Cette étude décrit la mise en application du modèle d'analyse d'utilisation de l'eau (MAUE) dans le bassin versant de la rivière L'Assomption. Ce modèle permet de comparer l'offre et la demande en eau de surface sur une période projetée de vingt (20) ans. L'année de base de l'application du modèle est 1986 et l'année finale de prévision est 2006. Cette prévision de la demande et de l'offre en eau est basée sur trois scénarios de croissance (faible, moyen et fort), tant pour la consommation municipale, qu'industrielle. Toutefois, puisque l'objectif principal de cette étude est de déterminer si la quantité d'eau sera suffisante dans l'avenir, seul le scénario fort a été utilisé dans le modèle.

Les résultats indiquent qu'il n'y aura aucun problème d'approvisionnement en eau dans ce bassin pour la période couverte par l'étude, l'offre étant suffissamment élevée pour répondre aux besoins prévisibles. L'étude montre aussi que c'est le secteur industriel qui consomme et prélève la plus grande quantité d'eau. Les industries de bois de construction et de métarlurgie détiennent à elles seules plus de 50% de la part de la consommation industrielle.

La principale recommandation pour les études ultérieures est de tenir compte de la qualité de l'eau. Le bassin versant de la rivière L'Assomption est particulièrement affecté par la pollution de l'eau, de sorte que même si la quantité brute d'eau est suffisante, la dégradation de sa qualité pourrait occasionner éventuellement des pénuries.

ABSTRACT

This study describes the application of the Water Use Analysis Model (WUAM) to the L'Assomption River basin. The model allows the comparison of the supply and demand for surface water over a projected period of twenty (20) years. The base year for the application of the model is 1986 and the final year of the forecast period is 2006. This forecast of water supply and demand is based on three growth scenarios (low, average and high) for both municipal and industrial consumption. However, since the main objective of this study is to determine if water supply will be sufficient in the futur, only the high growth scenario was used in the model.

The results indicate that there will not be a water supply problem in this river basin during the period covered by this study, the supply being sufficiently high to meet the forecasted demand requirements. This study also shows that it is the industrial sector that intakes and consumes the largest amount of water. The wood and primary metals industries account for over 50% of the industrial consumption.

The main recommendation for future studies is to consider water quality. The L'Assomption River basin is particularly affected by water pollution, so even if the amount of water is sufficient, the degradation of water quality may cause eventual shortages.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS ii

RÉSUMÉ iii

ABSTRACT iv

TABLE DES MATIÈRES v

LISTE DES FIGURES vii

LISTE DES TABLEAUX viii

1 INTRODUCTION 1

1.1 Objectif de l'étude 1

1.2 Description du modèle d'analyse d'utilisation de l'eau 1

1.3 Traits dominants du bassin de la rivière L'Assomption 4

2 HYDROLOGIE 8

2.1 Configuration du bassin de la rivière L'Assomption 8

3 LA DEMANDE EN EAU 11

3.1 L'utilisation municipale 11

3.1.1 Année de base pour l'utilisation municipale 11

3.1.2 Projections de population 14

3.2 L'utilisation agricole 15

3.3 L'utilisation industrielle 16
3.3.2 Scénario de croissance industrielle 19

4 LA TARIFICATION DE L'EAU 23

5 APPLICATION DU MODÈLE AU BASSIN DE LA RIVIÈRE L'ASSOMPTION 25
5.1 Application du modèle 25
5.2 Résultats 26

6 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS 27

RÉFÉRENCES 30

ANNEXE 1 Méthodes d'extrapolation des débits 33

ANNEXE 2 Débits de la rivière L'Assomption 35

LISTE DES FIGURES

FIGURE		PAGE
1.1	Modèle d'analyse d'utilisation de l'eau	3
1.2	Réseau hydrographique du bassin de la rivière L'Assomption	5
1.3	Noeuds du bassin de la rivière L'Assomption	7
1.4	Configuration du bassin de la rivière L'Assomption	9
5.1	Prélèvement annuel par catégorie utilisatrice	29

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU		PAGE
2.1	Principaux tributaires, superficies et débits du bassin de la rivière L'Assomption	8
3.1	Population et prélèvement en eau du bassin de la rivière L'Assomption	13
3.2	Projection démographique entre 1986 et 2006	14
3.3	Estimation du cheptel dans le bassin de la rivière L'Assomption	15
3.4	Prélèvement et consommation industrielle (noeud 1)	17
3.5	Prélèvement et consommation industrielle (noeud 2)	17
3.6	Prélèvement et consommation industrielle (noeud 3)	18
3.7	Prélèvement et consommation industrielle (noeud 4)	18
3.8	Prélèvement et consommation industrielle (bassin)	19
3.9	Scénarios de croissance industrielle (1987-2005)	20
5.1	Estimation du prélèvement et de la consommation pour 2006	26

1 INTRODUCTION

La Direction des eaux intérieures, d'Environnement Canada, a produit une série de recherches qui portent sur l'application du modèle d'utilisation de l'eau dans plusieurs bassins versants du Québec. La première du genre portait sur la rivière Richelieu (Bernier, 1990). Deux autres ont suivi, soient: La rivière Saint-François (Paquin, 1990) et la rivière Yamaska (Harris, 1990). Le présent rapport traite de l'application du modèle d'analyse d'utilisation de l'eau sur le bassin versant de la rivière L'Assomption.

1.1 Objectif de l'étude

L'objectif de cette étude est de comparer l'offre et la demande en eau dans le bassin versant de la rivière L'Assomption. Ceci a pour but de déterminer si la quantité d'eau disponible, à long terme, sera suffisante pour combler tous les besoins domestiques, industriels et agricoles. L'étude portera sur une période de vingt ans, soit de 1986 à 2006. D'autre part, cette étude fournira de l'information récente sur ce bassin pour d'éventuelles recherches. Cette application du modèle cherchera également à améliorer les différentes méthodes d'estimation des données.

1.2 Description du modèle d'anaylse d'utilisation de l'eau

Ce modèle développé par Acres International Limited pour la Direction générale des eaux intérieures du ministère de l'Environnement du Canada, a tout d'abord été conçu en fonction des projets énergétiques au Canada. Le but était d'identifier les besoins en eau dans les régions critiques sur une période projetée

de vingt ans. Il a été financé par le ministère de L'Énergie, des Mines et des Ressources. Les sept phases consécutives ont permis de perfectionner les études de simulation qui mettent maintenant en relation l'offre et la demande en eau tant actuelles que futures, de même que les besoins prévisibles. Par exemple, le modèle d'analyse d'utilisation de l'eau peut faire ressortir d'éventuels conflits entre les différents usagers de l'eau. Il nous informe sur l'utilisation optimale de l'eau par rapport à sa disponibilité et pourra éventuellement, par le biais de la tarification, définir la valeur économique de l'eau.

Dans l'application du modèle, on prendra en considération la demande en eau domestique, industrielle et agricole. La demande en eau pour fins récréatives ne sera pas prise en compte par le modèle, car il faudrait pour cela établir un seuil critique en deçà duquel le débit du cours d'eau ne serait pas assez élevé pour supporter les activités récréatives. Or, ce débit minimum est inconnu pour le bassin de la rivière L'Assomption.

Pour ce qui est de la demande due à la production d'énergie (énergie hydro-électrique et thermo-électrique), elle ne sera pas retenue car il n'y a ni barrage, ni réservoir dans le bassin de L'Assomption. La section du modèle qui traite de l'irrigation ne sera pas considérée dans l'étude, puisque dans cette région l'irrigation ne constitue pas un phénomène important au point de vue de la demande en eau. Le modèle ne tient pas compte de la tarification, mais ce thème sera abordé dans l'étude, à titre informatif, car il a été démontré que la tarification de l'eau influence la consommation[1].

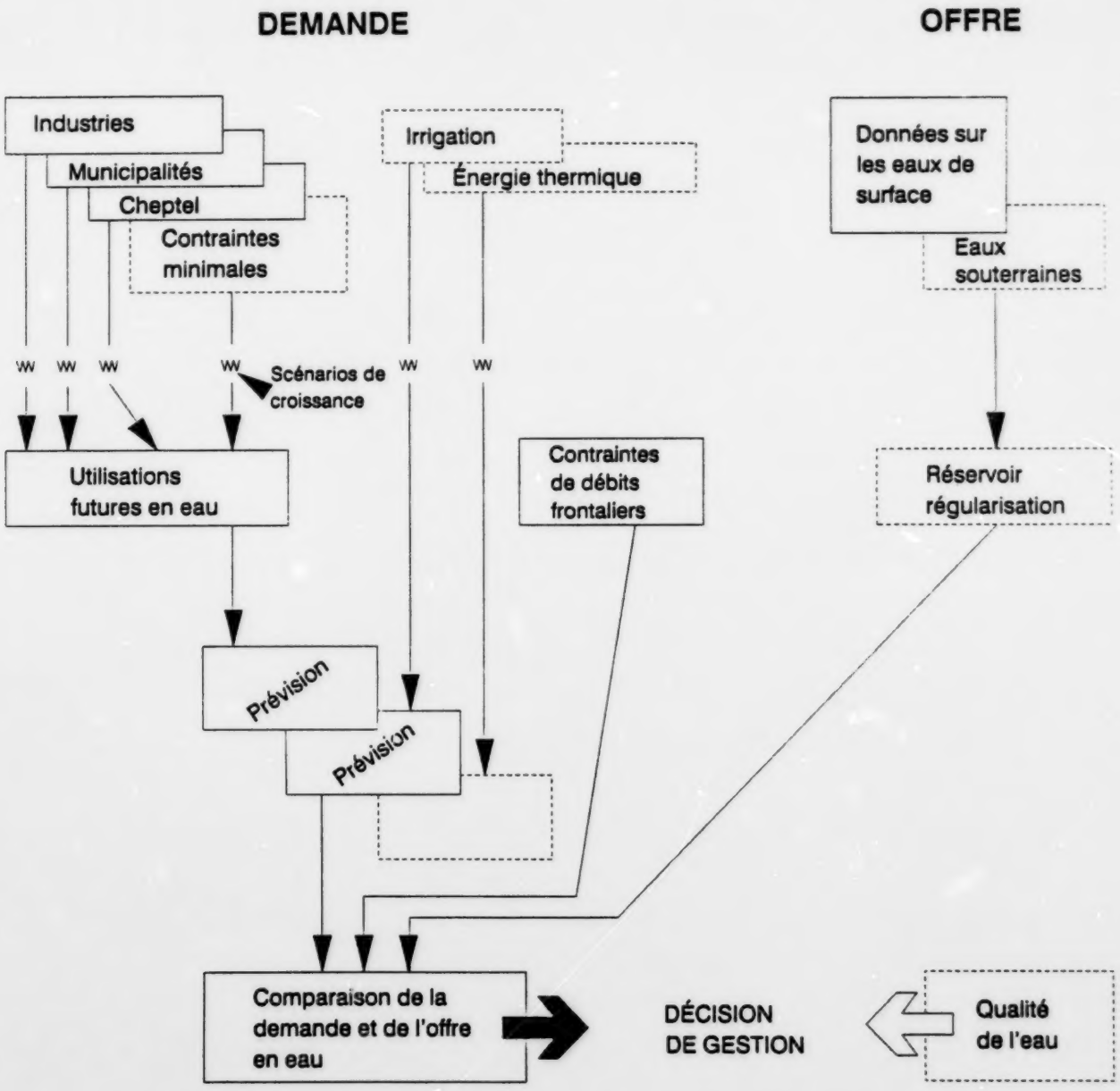
La partie du modèle traitant l'offre en eau dans le bassin comprend trois sections. Il s'agit de l'offre en eaux de surface, de l'offre en eaux souterraines, et

---

[1] Grima (1972), Howe et Lineweaver (1967) et Hanke (1978).

Figure 1.1

Modèle d'analyse d'utilisation de l'eau



de l'effet des régularisations engendrées par les barrages. Puisque le bassin de la rivière L'Assomption ne comporte pas de barrage, cette dernière section ne sera pas considérée dans l'étude. De même, la partie du modèle traitant de l'eau souterraine ne pourra être retenue puisque cette eau n'influence pas ou très peu la quantité d'eau disponible l'ensemble du bassin. Donc, en résumé, l'offre ne comportera qu'un seul volet, soit l'offre en eaux de surface mesurée par les débits observés dans les stations hydrométriques.

L'abreuvement du bétail ne sera pas retenu à cause des deux facteurs suivants: 1) 87% de l'eau utilisée par le bétail est d'origine souterraine[2], alors que dans l'application du modèle, on ne tient compte que de l'eau de surface. 2) l'approvisionnement en eau de surface a déjà été comptabilisé dans le prélèvement de la population rurale pour le 13% restant.

1.3 Traits dominants du bassin de la rivière L'Assomption

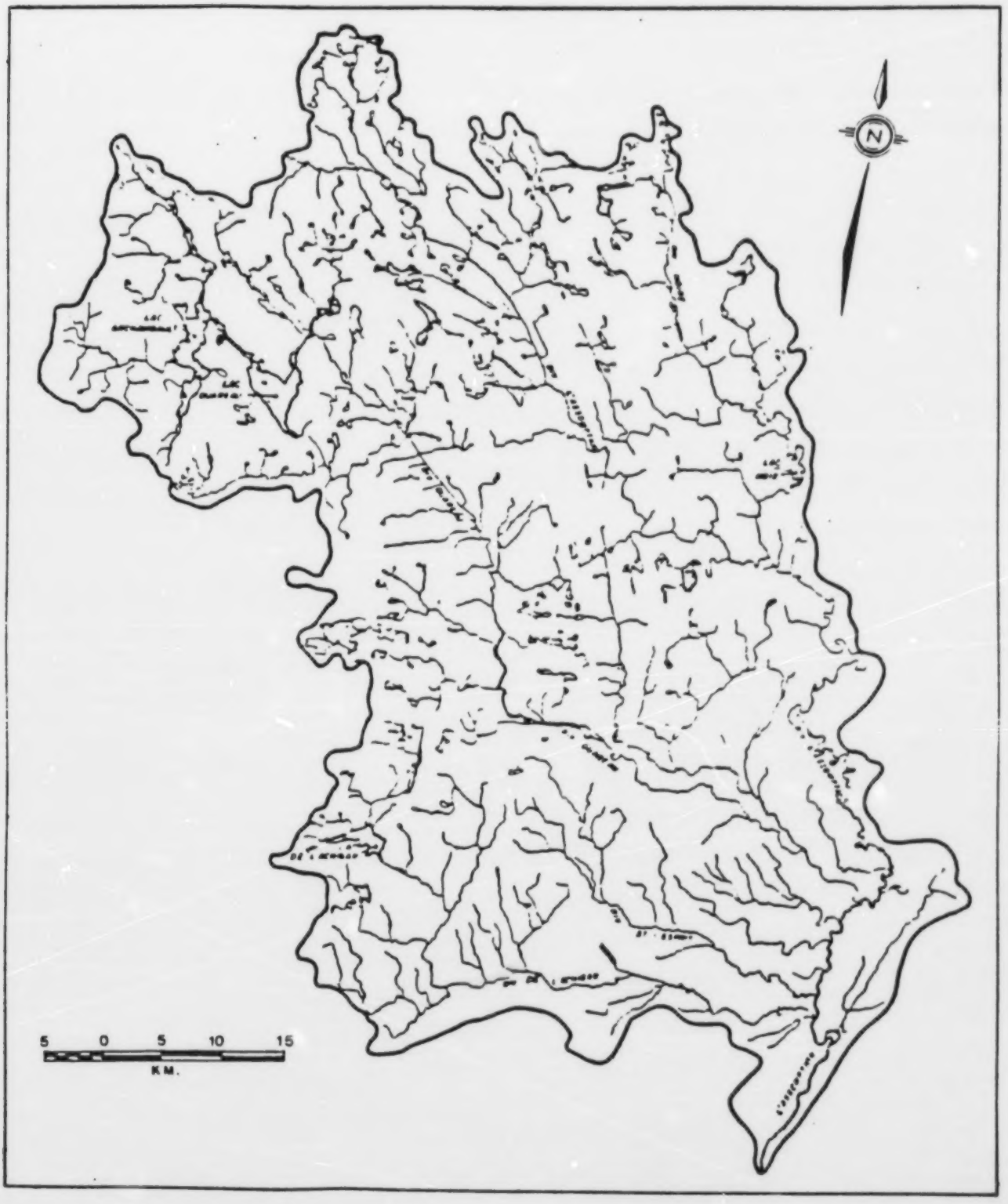
Le bassin de la rivière L'Assomption compte 45 municipalités. Pour l'étude, deux autres municipalités, non comprises dans le bassin de L'Assomption, seront prises en considération car elles s'approvisionnent dans ce bassin. Repentigny est l'une de ces municipalités. L'autre, Saint-Sulpice, est d'ailleurs reliée avec le réseau de Repentigny. Nous ne tiendrons pas compte de la municipalité de Charlemagne qui se trouve à l'embouchure de l'Assomption car celle-ci est branchée sur le réseau de Montréal. Donc, 46 municipalités prennent leur eau dans le bassin versant de la rivière L'Assomption.

La population permanente totale s'est accrue de 23 % de 1976 à 1986,

---

[2] Bulletin TERRE, volume 7, #3, décembre 1986

Figure 1.2
Réseau hydrographique du bassin de la rivière L'Assomption

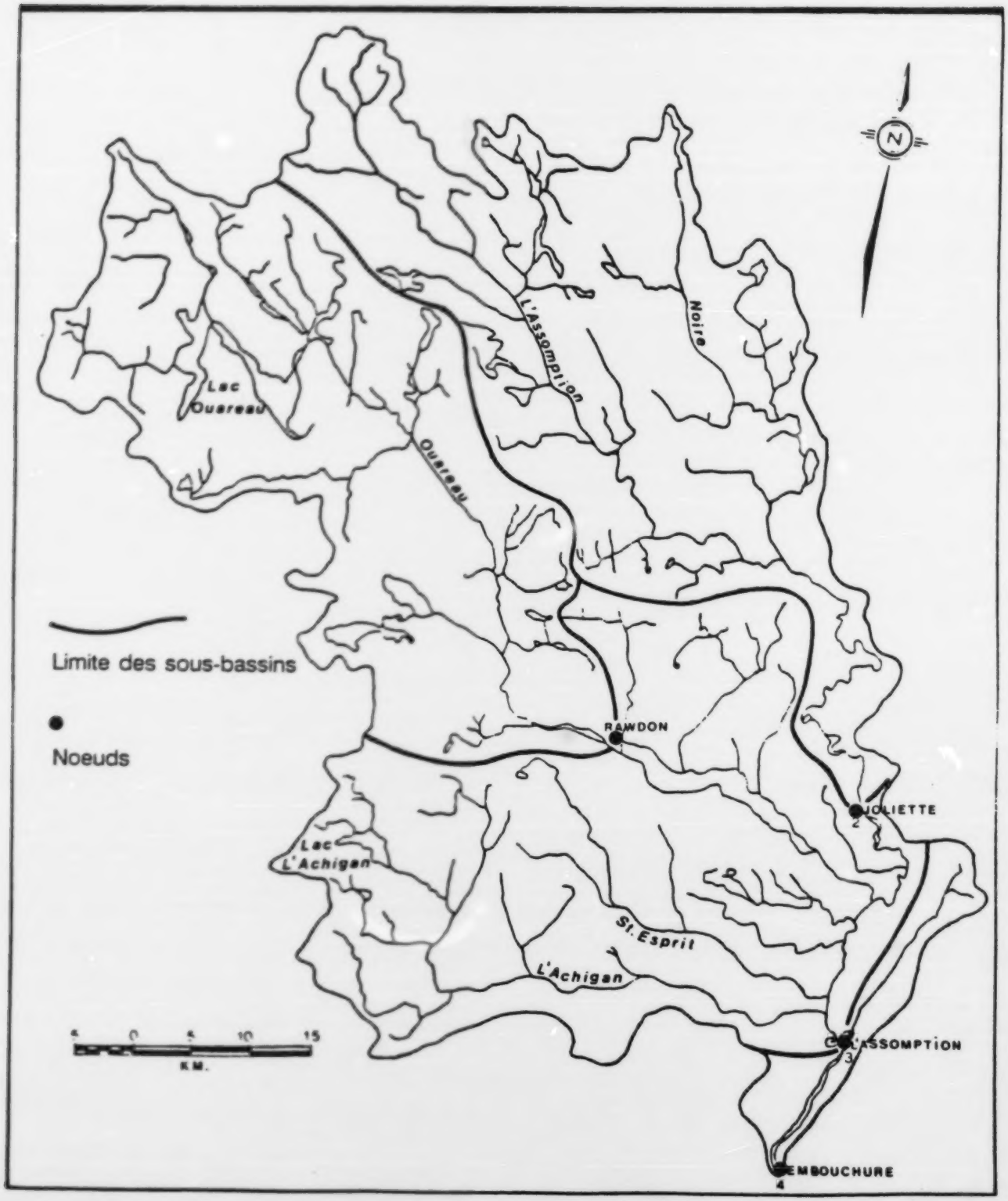


passant de 108 880 à 133 630. La densité de la population est plus élevée lorsqu'on s'approche du fleuve Saint-Laurent, particulièrement entre Joliette et Le Gardeur. La population flottante (touristes), qui se concentre principalement dans la partie supérieure du bassin, peut augmenter à plus de 200 000 habitants à certaines périodes de l'année. Les centres urbains les plus importants sont Répentigny avec 40 778 habitants et Joliette avec 16 845 habitants. Le Gardeur vient en troisième lieu avec 9 230 habitants.

L'agriculture est concentrée dans les basses terres du Saint-Laurent, au centre et à l'ouest du bassin. On y retrouve une superficie cultivable d'environ 65 000 hectares, dominée par la culture des herbages. Le cheptel s'élève à près de 100 000 unités animales où l'élevage du porc est nettement prédominant. C'est d'ailleur l'une des principales causes de pollution de la rivière L'Assomption.

Les industries, qui sont au nombre de 318 dans le bassin, sont concentrées surtout dans la portion aval de la rivière et dans le sous-bassin de la rivière l'Achigan.

Figure 1.3
Noeuds du bassin de la rivière L'Assomption



2 HYDROLOGIE

2.1 Configuration du bassin de la rivière L'Assomption

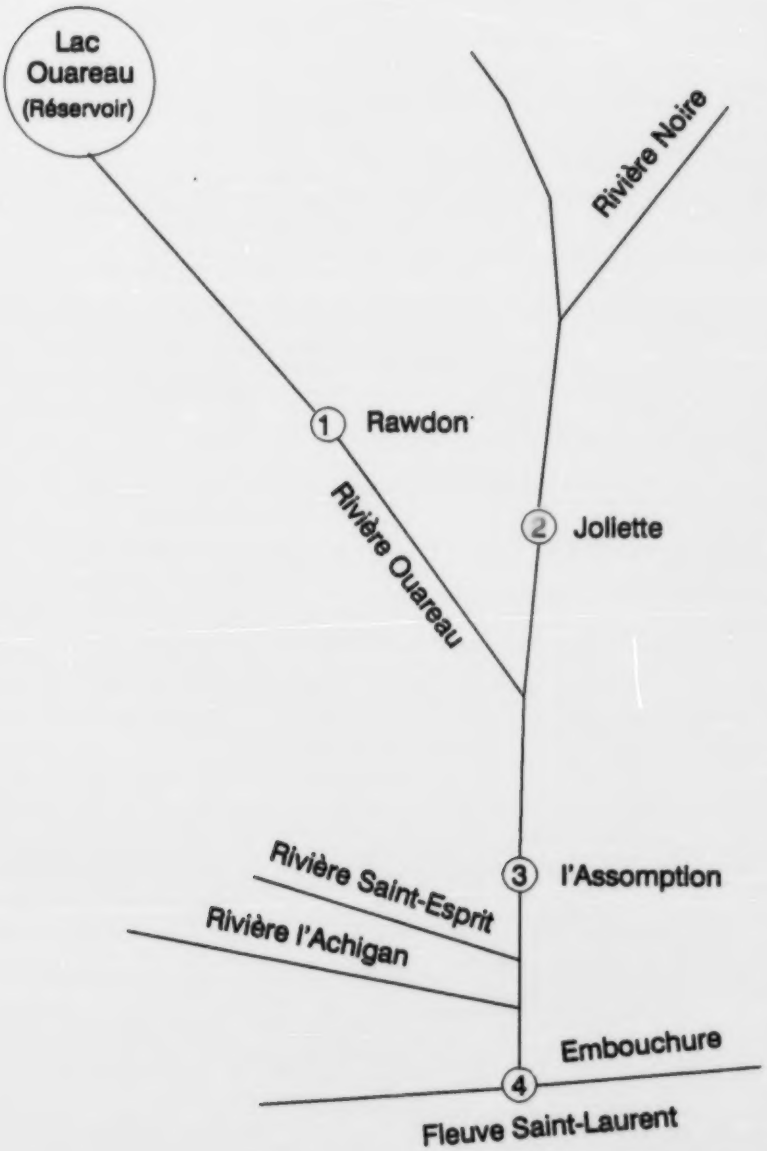
Le bassin versant de la rivière L'Assomption se trouve au nord de Montréal et s'étend jusqu'au massif du Mont Tremblant dans les Laurentides. Ainsi ce bassin descend du plateau Laurentien pour se terminer dans les basses terres du Saint-Laurent. La rivière prend sa source au nord de Saint-Donat. Ce bassin couvre une superficie de 4 220 km² et la rivière L'Assomption coule sur 200 km. Le bassin est entouré à l'est par les bassins de la rivière La Chaloupe, de la rivière Bayonne et de la rivière Maskinongé, au nord par le bassin de la Saint-Maurice et finalement à l'ouest par les bassins de la rivière Du Nord, de la rivière Rouge et de la rivière Mascouche.

Tableau 2.1 Principaux tributaires, superficies et débits du bassin de la rivière L'Assomption

	longueur km.	superficie km2	débit moyen m3/sec.
Rivière Noire	63,1	414	1,2
Rivière Ouareau	128,0	1680	26,8
Rivière Saint-Esprit	63,3	210	3,4
Rivière L'Achigan	83,8	662	19,4
Rivière L'Assomption	200,0	1254	27,4

Le tableau 2.1 montre que la rivière Ouareau a un débit presqu'aussi important que celui de la rivière L'Assomption mais une superficie plus grande, ce qui est assez inusité. Outre les rivières, le bassin compte 490 lacs qui couvrent une superficie de 145 km², soit 3.4% du bassin. Il sont surtout concentrés sur le plateau laurentien.

Figure 1.4
Configuration du bassin versant de la rivière l'Assomption



Pour les besoins de l'étude, le bassin a été divisé en quatre sous-bassins délimités par les noeuds de Rawdon, Joliette, L'Assomption et l'embouchure. La sélection de ces noeuds a été faite en fonction de la situation des stations hydrométriques et de l'ampleur de l'activité socio-économique de chacun des sous-bassin. Celle-ci devait être assez élevée pour justifier l'étude de la demande en eau du sous-bassin.

Pour l'application du modèle, il est nécessaire d'avoir la même quantité de données hydrométriques qui couvrent la même période pour tous les noeuds du bassins. Certaines données de débit ont été extrapolées par qu'elles n'étaient pas disponibles (les méthode d'extrapolation sont décrites à l'annexe 1).

3 LA DEMANDE EN EAU

La demande en eau comprend le prélèvement et la consommation de l'eau. Il est important de bien distinguer les deux termes, car ce qui est prélevé n'est pas nécessairement consommé. Une partie de l'eau prélevée est rejetée dans les égouts et n'a donc pas beaucoup d'influence sur le débit de la rivière. La consommation en eau s'estime donc par la différence entre le prélèvement et le rejet.

La demande en eau sera traitée sous trois aspects. Il y a la demande municipale, la demande industrielle et la demande agricole.

3.1 L'utilisation municipale

L'utilisation municipale comprend les utilisations pour des fins domestiques et commerciales. Le modèle traite de cette utilisation en attribuant un taux de prélèvement per capita différent selon que la population est urbaine ou rurale.

3.1.1 Année de base pour l'utilisation municipale

La première étape consiste à identifier les municipalités qui utilisent l'eau de surface du bassin, qu'elles soient situées à l'intérieur ou à l'extérieur du bassin, et à identifier les municipalités du bassin qui s'approvisionnent totalement en eaux souterraines. Il faut ensuite estimer la proportion de la population qui utilise l'eau de surface pour chaque municipalité. Ceci permet de calculer le pourcentage de la population du bassin qui utilise l'eau souterraine pour que le modèle puisse

l'exclure du calcul d'utilisation de l'eau. Car, comme il a déjà été mentionné, la consommation d'eau souterraine n'est pas inclue dans le modèle à cause du manque d'information quant aux quantités disponibles et prélevées.

L'estimation des quantités d'eau de surface prélevées par les municipalités en 1986 a été faite en partie à partir de coefficients. Le prélèvement actuel (par municipalité) a été divisé par la population actuellement (1990) desservie par un réseau d'aqueduc. Ce coefficient a par la suite été multiplié par la population de 1986. Pour les municipalités dont le prélèvement actuel n'était pas disponible (municipalités non comprises dans la banque de données MUNTARIF (1990)[3]), le coefficient fourni par la banque de données MUD[4] (Prélèvement et utilisation des eaux municipales, par municipalité), d'Environnement Canada a été utilisé.

Par la suite, il a fallu déterminer la répartition de la population municipale desservie en eau de surface pour chaque noeud. Étant donné qu'une municipalité située dans un noeud peut utiliser l'eau d'un autre noeud. L'étape suivante a été de faire la somme des prélèvements des populations pour chaque noeud, afin de calculer les coefficients de prélèvement d'eau utilisés par le modèle.

---

[3] Environnement Canada, Direction des eaux intérieures.

[4] Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures, Division socio-économique.

Tableau 3.1 Population et prélèvement en eau du bassin de la rivière L'Assomption

	pop. 1986	pop. urbaine	pop. rurale	Prel.tot.* (MM^3/J)	prel.eau urb.	sou.** rur.
Noeud 4						
Repentigny	40778	40778	0	21612,34	0%	0%
St-Sulpice	1999	0	1999	846,67	0%	8%
Le Gardeur	9230	8231	999	4792	0%	0%
Sous total	51977	49009	2998	27251,01	0%	5%
Noeud 3						
Crabtree	1979	1979	0	1048,87	0%	0%
Laurentides	2018	2018	0	1069,54	100%	0%
L'Assomption (paroi.)	3617	0	3617	1555,31	0%	0%
L'Assomption (ville)	5280	5280	0	2798,4	0%	0%
L'Épiphanie (paroi.)	2151	0	2151	924,93	0%	70%
L'Épiphanie (ville)	2846	2846	0	1508,38	0%	0%
New-Glasgow	151	0	151	64,93	0%	100%
Sacre-coeur-de-Jesus	1086	0	1086	466,98	0%	84%
Ste-Julienne	4972	1160	3812	2253,96	100%	100%
Ste-Marcelline-de-Kildare	914	0	914	393,02	0%	91%
Ste-Marie-Salomee	1074	0	1074	461,82	0%	100%
Ste-Sophie	6304	0	6304	2710,72	0%	90%
St-Alexis (paroi.)	709	0	709	304,87	0%	100%
St-Alexis (village)	461	0	461	198,23	0%	100%
St-Ambroise-de-Kildare	2731	0	2731	1174,33	0%	78%
St-Calixte	3183	0	3183	1368,69	0%	100%
St-Esprit	1774	1040	734	866,82	100%	100%
St-Gérard-Magella	2514	0	2514	1081,02	0%	33%
St-Hippolyte	3626	0	3626	1559,18	0%	87%
St-Jacques (paroisse)	1564	0	1564	672,52	0%	4%
St-Jacques (village)	2153	2153	0	1141,09	0%	0%
St-Liguori	1388	0	1388	596,98	0%	82%
St-Lin	5398	0	5398	2321,14	0%	94%
St-Roch-de-L'Achigan	3535	0	3535	1520,05	0%	100%
St-Roch-Ouest	383	0	383	164,69	0%	100%
Sous total	61809	18478	45333	28225,47	26%	78%
Noeud 2						
Joliette	18845	18845	0	8927,85	0%	0%
Notre-Dame-des-Prairies	5809	4771	1038	2974,97	8%	100%
Ste-Béatrix	1258	0	1258	540,94	0%	100%
Ste-Émilie-de-l'Énergie	1167	0	1167	501,81	0%	36%
Ste-Mélanie	1889	0	1889	812,27	0%	56%
Ste-Alphonse-de-Rodrigue	1705	0	1705	733,15	0%	82%
St-Charles-Borromée	8469	7578	891	4369,47	38%	100%
St-Côme	1618	0	1618	695,74	0%	38%
	pop. 1986	pop. urbaine	pop. rurale	Prel.tot.* (MM^3/J)	prel.eau urb.	sou.** rur.
St-jean-de-Matha	2928	0	2928	1258,18	0%	100%
St-Paul	3388	0	3388	1456,84	0%	62%
St-Pierre	386	0	386	165,98	0%	55%
Sous total	45460	29194	16266	22467,2	11%	73%
Noeud 1						
Chertsey	1986	0	1986	845,38	0%	85%
EntreLac	538	0	538	230,48	0%	100%
Notre-Dame-de-la-Merci	487	0	487	209,41	0%	100%
Rawdon (vill.)	3032	3032	0	1606,96	9%	0%
Rawdon (canton)	2958	0	2958	1271,94	0%	0%
St-Donat	2627	1399	1228	1288,51	100%	100%
Lac Paré	193	0	193	82,99	0%	100%
Sous total	11799	4431	7388	5518,67	38%	58%
TOTAL	171045	99110	71935	83460,35	9%	72%

* Prélèvement total (million de mètres cubes par jour)
** Prélèvement d'eau souterraine.

3.1.2 Projections de population

Les projections de population élaborées par Statistique Canada comprennent cinq (5) scénarios alors que le bureau de la Statistique du Québec se limite à trois; faible, moyen et fort. Pour le modèle, nous avons utilisé les scénarios établis par le gouvernement du Québec. Ces trois scénarios présentent des taux annuels de croissance de la sous-région administrative du Nord de Montréal pour les années de 1986 à 2006. Cette région a un des taux de croissance les plus élevés au Québec.

Tableau 3.2 **Projection démographique entre 1986 et 2006**

Taux d'accroissement par mille

année	scénario faible	scénario moyen	scénario fort
1986	14,8	19,7	19,9
1987	14,2	18,9	19,7
1988	13,4	18	19,3
1989	12,7	17,1	18,9
1990	11,9	16,2	18,4
1991	11,1	15,3	17,5
1992	10,2	14,4	16,5
1993	9,3	13,4	15,5
1994	8,4	12,4	14,6
1995	7,6	11,4	13,6
1996	6,9	10,6	12,8
1997	6,2	9,8	12
1998	5,6	9,2	11,3
1999	5	8,5	10,7
2000	4,5	7,9	10,1
2001	4,1	7,4	9,6
2002	3,6	7	9,1
2003	3,3	6,5	8,7
2004	2,9	6,1	8,3
2005	2,5	5,7	7,9
2006	2,1	5,3	7,4

Source: Bureau de la Statistique du Quebec, Perspectives démographiques régionnales,1981-2006.

3.2 L'utilisation agricole

Le prélèvement d'eau pour l'abreuvement du bétail ne sera pas inclus dans le modèle, puisque qu'il est fort probable que l'eau utilisée à cette fin soit déjà calculée dans la consommation de la population rurale. En effet, les estimations de consommation faites pour les populations rurales sont basées sur le prélèvement total de l'eau de surface. Insérer le facteur d'abreuvement du bétail dans le modèle équivaudrait donc à supposer que le bétail utilise un réseau d'approvisionnement différent de celui de la population, ce qui est fort peu probable.

Toutefois, dans cette étude, certaines données concernant les scénarios de croissance du bétail et leur consommation en eau seront présentées afin de permettre de visualiser ce que pourrait être la consommation dans les années à venir. Car la croissance du cheptel va faire croître la consommation en eau de la population rurale.

Tableau 3.3 Estimation du cheptel dans le bassin de la rivière L'Assomption.

NOEUD	Bovins	Vaches Laitières	Chevaux	Porcs	Moutons	Volailles
1.Rawdon	583	523	75	2363	0	0
2.Joliette	12487	11055	635	73540	872	3205955
3.L'Assomption	17720	16924	1541	278508	1921	1258853
4.Embouchure	216	353	0	0	0	0
Total	30790	28502	2251	354411	2793	4464808

Source: Statistique Canada. Recensement de l'agriculture, 1986, catalogue 96-107.

3.3 L'utilisation industrielle

Pour l'utilisation industrielle, le modèle tient compte des 30 secteurs et prend en considération le prélèvement et la consommation. Pour l'étude, nous avons utilisé les 18 secteurs de l'enquête industrielle de 1986, qui nous donne le prélèvement et la consommation réelle de certaines des industries les plus grandes utilisatrices d'eau du bassin de L'Assomption. Pour les industries non comprises dans l'enquête industrielle, nous avons utilisé les coefficients de prélèvement fournis par le modèle. Ces coefficients (un pour chaque secteur industriel) ont été multipliés par le nombre d'employés de chaque industrie dans chacune des municipalités du bassin. Ces données ont été puisées dans le répertoire industriel Scott's, 13^{ième} édition. Ce répertoire nous donne par municipalité, la liste complète des industries, en indiquant dans quel secteur elles se situent et le nombre de leurs employés.

La consommation en eau des industries non comprises dans l'enquête industrielle a été estimée à partir d'un pourcentage du prélèvement préalablement calculé par le coefficient de prélèvement du modèle. Ce pourcentage du prélèvement consommé nous est fourni aussi par MAUE (Modèle d'Analyses d'Utilisation de l'Eau).

Tableau 3.4 Prélèvement et consommation industrielle (noeud 1)

WUAM	SIC*	Établissements manufacturiers	Nombre d'employés	Prél./empl.**	Prél. total***	Cons. totale
6	20	Alimentation	43	0,00203	0,087	12,2%
7	21	Tabac	0	0	0,000	0,0%
8	30	Caoutchouc et plastique	68	0,00184	0,125	3,3%
9	1	Cuir	0	0	0,000	0,0%
10	22	Textile et vêtement	0	0	0,000	0,0%
11	24	Bois de construction	91	0,00007	0,006	29,8%
12	25	Meuble	2	0,00063	0,001	0,0%
13	26	Pâtes et papier	0	0	0,000	0,0%
14	27	Imprimerie	35	0,00012	0,004	2,9%
15	33	Ind. primaire du métal	0	0	0,000	0,0%
17	24	Produits métalliques	12	0,00058	0,007	2,9%
18	25	Machinerie	46	0,00062	0,029	3,4%
19	27	Matériel de transport	4	0,00030	0,001	3,3%
20	36	Machinerie électrique	0	0	0,000	0,0%
21	32	Produits en pierres	158	0,00164	0,259	23,4%
22	29	Raffinage du pétrole	0	0	0,000	0,0%
23	28	Produits chimiques	0	0	0,000	0,0%
24	39	Industrie diverse	4	0,00043	0,002	8,6%
Total			463		0,521	15,1%

Tableau 3.5 Prélèvement et consommation industrielle (noeud 2)

WUAM	SIC	Établissements manufacturiers	Nombre d'employés	Prél./empl.	Prél. total	Cons. totale
6	20	Alimentation	403	0,00173	0,697	8,7%
7	21	Tabac	96	0,00047	0,045	4,1%
8	30	Caoutchouc et plastique	1000	0,00032	0,317	20,8%
9	31	Cuir	0	0	0,000	0,0%
10	22	Textile et vêtement	685	0,00181	1,405	9,1%
11	24	Bois de construction	278	0,00012	0,032	29,8%
12	25	Meuble	125	0,00052	0,065	0,0%
13	26	Pâtes et papier	105	0,05737	6,024	15,2%
14	27	Imprimerie	171	0,00012	0,020	2,9%
15	33	Ind. primaire du métal	365	0,00185	0,676	22,4%
17	24	Produits métalliques	117	0,00023	0,027	2,9%
18	25	Machinerie	97	0,00062	0,060	3,4%
19	27	Matériel de transport	9	0,00030	0,003	3,3%
20	36	Machinerie électrique	20	0,00106	0,021	3,3%
21	32	Produits en pierres	533	0,00202	1,078	12,6%
22	29	Raffinage du pétrole	21	0,03345	0,702	12,9%
23	28	Produits chimiques	53	0,00788	0,417	2.%
24	39	Industrie diverse	70	0,00049	0,035	8,5%
Total			4148		11,624	13.6%

Tableau 3.6 **Prélèvement et consommation industrielle (noeud 3)**

WUAM	SIC	Établissements manufacturiers	Nombre d'employés	Prél./empl. total	Prél. totale	Cons.
6	20	Alimentation	720	0,00218	1,566	11,4%
7	21	Tabac	3	0,00047	0,001	4,1%
8	30	Caoutchouc et plastique	107	0,00516	0,552	0,0%
9	31	Cuir	31	0,00037	0,011	0,0%
10	22	Textile et vêtement	401	0,00215	0,863	9,1%
11	24	Bois de construction	212	0,00011	0,024	29,8%
12	25	Meuble	128	0,00052	0,067	0,0%
13	26	Pâtes et papier	750	0,00856	6,417	2,8%
14	27	Imprimerie	31	0,00012	0,004	2,9%
15	33	Ind. primaire du métal	0	0	0,000	0,0%
17	24	Produits métalliques	25	0,00058	0,014	2,9%
18	25	Machinerie	135	0,00072	0,097	3,4%
19	27	Matériel de transport	8	0,00022	0,002	2,9%
20	36	Machinerie électrique	1205	0,00106	1,274	3,3%
21	32	Produits en pierres	77	0,00164	0,126	23,4%
22	29	Raffinage du pétrole	0	0	0,000	0,0%
23	28	Produits chimiques	29	0,00788	0,228	2,8%
24	39	Industrie diverse	20	0,00064	0,01	38,6%
Total			3882		11,261	4,7%

Tableau 3.7 **Prélèvement et consommation industrielle (noeud 4)**

WUAM	SIC	Établissements manufacturiers	Nombre d'employés	Prél./empl. total	Prél. totale	Cons.
6	20	Alimentation	50	0,00192	0,096	12,5%
7	21	Tabac	0	0	0,000	0,0%
8	30	Caoutchouc et plastique	0	0	0,000	0,0%
9	31	Cuir	4	0,00037	0,001	0,0%
10	22	Textile et vêtement	172	0,00215	0,370	9,1%
11	24	Bois de construction	439	0,00011	0,049	29,8%
12	25	Meuble	30	0,00052	0,016	0,0%
13	26	Pâtes et papier	30	0,02830	0,849	4,8%
14	27	Imprimerie	51	0,00012	0,006	2,9%
15	33	Ind. primaire du métal	0	0	0,000	0,0%
17	24	Produits métalliques	39	0,00058	0,022	2,9%
18	25	Machinerie	190	0,00062	0,118	3,4%
19	27	Matériel de transport	8	0,00030	0,002	3,3%
20	36	Machinerie électrique	15	0,00106	0,016	3,3%
21	32	Produits en pierres	26	0,00164	0,043	23,4%
22	29	Raffinage du pétrole	0	0	0,000	0,0%
23	28	Produits chimiques	750	0,00042	0,317	18,3%
24	39	Industrie diverse	14	0,00043	0,006	8,6%
	Total		1818		1,913	9,1%

Tableau 3.8 **Prélèvement et consommation industrielle (bassin)**

WUAM	SIC	Établissements manufacturiers	Nombre d'employés	Prél./empl. total	Prél. totale	Cons.
6	20	Alimentation	1216	0,007849	2,446	10,7%
7	21	Tabac	99	0,000937	0,046	4,1%
8	30	Caoutchouc et plastique	1175	0,007318	0,994	7,1%
9	31	Cuir	3	0,000734	0,013	0,0%
10	22	Textile et vêtement	128	0,008113	2,639	9,1%
11	24	Bois de construction	120	0,000410	0,112	29,8%
12	25	Meuble	285	0,002196	0,149	0,0%
13	26	Pâtes et papier	885	0,094226	3,290	8,6%
14	27	Imprimerie	288	0,000461	0,033	2,9%
15	33	Ind. primaire du métal	365	0,001853	0,676	22,4%
17	24	Produits métalliques	193	0,001958	0,071	2,9%
18	25	Machinerie	468	0,002583	0,304	3,4%
19	27	Matériel de transport	29	0,001130	0,008	3,2%
20	36	Machinerie électrique	1240	0,003172	1,311	3,3%
21	32	Produits en pierres	794	0,006948	1,507	15,7%
22	29	Raffinage du pétrole	21	0,033448	0,702	12,9%
23	28	Produits chimiques	832	0,016173	0,963	7,9%
24	39	Industrie diverse	108	0,001989	0,055	8,5%
Total			10311		25,320	9,3%

* SIC: Code International Standard
** Million de mètres cubes
*** Million de mètres cubes

3.3.2 Scénarios de croissance industrielle

Les trois scénarios de croissance industrielle utilisés par le modèle proviennent de la compagnie Infométrica. Il sont dérivés du modèle macro-économique canadien élaboré par cette compagnie. Ces scénarios sont basés sur l'hypothèse que la demande industrielle en eau croîtra au même rythme que la quantité d'industries. En réalité, deux facteurs sont susceptibles de fausser cette hypothèse. Premièrement, le changement de technologie peut faire en sorte que plus ou moins d'eau soit nécessaire pour la même production. Deuxièmement, la hausse des coûts reliés à l'utilisation de l'eau peut provoquer une diminution d'utilisation de cette ressource, pouvant même motiver un changement technologique.

la consommation industrielle de l'eau, cependant la croissance de l'industrialisation provoque une augmentation de la demande dans ce secteur. En effet, entre 1981 et 1986, le taux de prélèvement de l'eau dans le secteur industriel a diminué de 33%, alors que la croissance industrielle a été de 2% (Harris, 1990).

La relation montrée par certaines études entre l'augmentation des coûts d'utilisation de l'eau et la diminution de la consommation ne sera pas insérée dans le modèle dans le cadre de l'étude. Cependant, une enquête en cours (auprès de 350 municipalités) permettra de considérer éventuellement cette avenue.

Tableau 3.9 Scénarios de croissance industrielle

Wuam	Établissements Manufacturiers	TAUX D'ACCROISSEMENT 1987-1990 SCENARIO FAIBLE	SCÉNARIO MOYEN	SCENARIO FORT
6	Alimentation	1,11	1,63	1,94
7	Tabac	3,20	3,27	3,30
8	Caoutchouc et plastique	2,94	4,02	5,03
9	Cuir	-0,22	0,581	1,15
10	Textiles et vêtement	1,99	2,48	2,82
11	Bois de construction	1,79	2,14	2,63
12	Meubles	4,03	5,29	6,27
13	Pâtes et papier	2,99	3,63	4,25
14	Imprimerie	3,04	3,47	3,89
15	Ind. primaire du métal	6,16	7,15	8,09
17	Produits métalliques	5,37	6,63	7,77
18	Machinerie	6,04	7,27	8,47
19	Matériel de transport	3,36	4,82	5,35
20	Machinerie électrique	7,49	8,27	9,06
21	Produits en pierre	5,51	6,62	7,38
22	Raffinage du pétrole	2,39	3,89	5,19
23	Produits chimiques	2,90	3,68	4,36
24	Instruments de mesure	3,39	4,71	6,02

TAUX D'ACCROISSEMENT
1991-1995

Wuam	Établissements Manufacturiers	SCENARIO FAIBLE	SCÉNARIO MOYEN	SCENARIO FORT
6	Alimentation	1,53	1,96	2,54
7	Tabac	-3,58	-3,47	-3,23
8	Caoutchouc et plastique	2,85	3,78	4,76
9	Cuir	1,51	2,60	3,70
10	Textiles et vêtement	1,80	2,37	3,06
11	Bois de construction	2,22	3,41	4,58
12	Meubles	2,41	2,84	3,40
13	Pâtes et papier	2,73	3,57	4,43
14	Imprimerie	2,47	3,10	3,80
15	Ind. primaire du métal	1,83	2,9	4,02
17	Produits métalliques	2,92	3,78	4,85
18	Machinerie	3,64	4,60	5,57
19	Matériel de transport	1,54	2,57	3,59
20	Machinerie électrique	1,43	2,26	3,16
21	Produits en pierre	2,38	2,71	3,92
22	Raffinage du pétrole	-0,39	0,52	1,79
23	Produits chimiques	2,78	3,71	4,72
24	Instruments de mesure	3,79	4,88	5,93

TAUX D'ACCROISSEMENT
1996-2000

Wuam	Établissements Manufacturiers	SCENARIO FAIBLE	SCÉNARIO MOYEN	SCENARIO FORT
6	Alimentation	1,63	2,15	2,91
7	Tabac	-5,22	-4,43	-3,43
8	Caoutchouc et plastique	2,69	3,45	4,31
9	Cuir	1,35	2,37	3,62
10	Textiles et vêtement	1,64	2,21	3,04
11	Bois de construction	1,84	2,99	4,21
12	Meubles	3,06	3,57	4,27
13	Pâtes et papier	2,30	3,02	3,84
14	Imprimerie	2,33	2,79	3,39
15	Ind. primaire du métal	2,09	3,07	4,02
17	Produits métalliques	3,47	4,16	5,13
18	Machinerie	5,86	6,58	7,32
19	Matériel de transport	2,32	3,33	4,41
20	Machinerie électrique	2,42	3,16	4,01
21	Produits en pierre	1,30	1,55	3,13
22	Raffinage du pétrole	-0,90	0,26	1,62
23	Produits chimiques	2,18	2,97	3,95
24	Instruments de mesure	3,54	4,32	5,20

TAUX D'ACCROISSEMENT
2001-2006

Wuam	Établissements Manufacturiers	SCENARIO FAIBLE	SCÉNARIO MOYEN	SCENARIO FORT
6	Alimentation	1,52	2,12	2,96
7	Tabac	-10,46	-7,81	-4,77
8	Caoutchouc et plastique	2,49	2,99	3,62
9	Cuir	1,07	2,17	3,60
10	Textiles et vêtement	1,71	2,17	3,01
11	Bois de construction	-0,28	0,81	1,99
12	Meubles	3,37	3,76	4,34
13	Pâtes et papier	1,97	2,54	3,25
14	Imprimerie	1,95	2,25	2,73
15	Ind. primaire du métal	1,64	2,56	3,43
17	Produits métalliques	3,38	3,79	4,42
18	Machinerie	5,78	6,14	6,55
19	Matériel de transport	2,33	3,18	4,12
20	Machinerie électrique	1,25	1,83	2,56
21	Produits en pierre	1,55	2,05	3,23
22	Raffinage du pétrole	-0,98	0,31	1,76
23	Produits chimiques	1,71	2,23	2,97
24	Instruments de mesure	3,15	3,55	4,11

4 LA TARIFICATION DE L'EAU

Pour avoir une idée plus juste de ce que pourrait être la consommation d'eau à long terme dans le bassin de la rivière L'Assomption, il est évident qu'il faut prendre en considération la tarification de l'eau car elle influe directement sur la consommation. Par exemple, il est établi que la mise en place d'une tarification, soit avec tarif constant[5] ou tarif progressif par bloc[6], peut faire diminuer la consommation en eau de 32% dans le milieu domestique[7].

D'après une étude en cours que réalise la Direction des eaux intérieures d'Environnement Canada, région de Québec, 82% des municipalités du Québec facturent les usagers résidentiels selon une tarification forfaitaire qui ne tient pas compte du volume d'eau consommée. Il n'y a donc aucune incitation à la conservation de l'eau. C'est le mode de tarification qui est utilisé, notamment, pour les villes de Joliette, Le Gardeur, St-Donat (MUNTARIF, 1990). Le prix peut varier selon la tendance de consommation en eau et aussi selon la qualité de l'eau. Pour ce bassin, les prix varient entre 1.25$ et 26.25$ par mois, pour la consommation résidentielle.

Au Québec, 17% des usagers sont tarifiés selon un compteur d'eau. Dans le bassin de la rivière L'Assomption, la tarification avec compteur pour le résidentiel se retrouve dans quelques villes dont les plus importantes sont Repentigny et L'Assomption (village). En fait pour une consommation moyenne de 35m^3 par mois,

---

[5] Le consommateur paie un prix fixe pour chaque unité d'eau utilisée

[6] La facture du consommateur augmente plus rapidement lorsque de grosses quantités d'eau sont utilisées. L'utilisation est répartie en bloc.

[7] Établissement d'un mode de tarification des services relatifs à l'eau, document préliminaire, Direction générale de l'évaluation foncière, Ministère des affaires municipales, Québec.

par résidence, le prix moyen au mètre cube est de 0.25$ pour la tarification forfaitaire, comparativement à 0.44$ pour celle basée sur la consommation.[8]

Les compteurs sont utilisés plus couramment au niveau commercial et au niveau industriel. Dans tous les cas, la tarification est soit constante ou par bloc dégressif[9]. Ainsi, le tarif à bloc progressif, soit est la tarification qui incite le plus à la conservation de l'eau, n'est pas utilisée.

L'installation de compteurs ainsi qu'une tarification adéquate, en fonction de la consommation de l'utilisateur, fera diminuer le coefficient de prélèvement par individu. En effet, au Québec, le coefficient de prélèvement de l'eau pour les tarifs basés sur la consommation est de 12% inférieur à celui des tarifs forfaitaires (MUNTARIF, 1990).

---

[8] Ce dernier chiffre a été calculé sans tenir compte de la tarification de la Paroisse de L'Épiphanie car avec ses 0.91$ le mètre cube applicable à une centaine de résidences seulement, les chiffres auraient été non représentatifs de la moyenne du bassin.

[9] Plus la consommation, répartie en bloc, augmente, moins l'eau coûte cher.

5 APPLICATION DU MODÈLE AU BASSIN DE LA RIVIÈRE L'ASSOMPTION

5.1 Application du modèle

Lorsque toutes les données hydrologiques et les données socio-économiques adaptées à la configuration du bassin de la rivière L'Assomption ont été recueillies, c'est-à-dire les données de l'offre et de la demande, le modèle calcule la différence entre l'eau disponible et l'eau prélevée et consommée selon les différents scénarios applicables à chacune des utilisations de l'eau. Le modèle fait ce calcul pour chaque noeud en tenant compte des résultats du calcul du noeud qui le précède, du premier noeud jusqu'à l'embouchure.

Que ce soit pour l'offre ou la demande, nous avons pris les données de 1986, soit l'année de base. Pour chaque année, de 1986 jusqu'en 2006, le modèle calculera la demande prévisible en eau en tenant compte des trois scénarios de croissance. L'offre en eau pour une année de simulation, dans ce cas l'année 2006, est représentée par les données historiques de débits. Si à chaque année historique, l'offre est suffisante pour palier la demande prévue par le modèle pour l'année de prévision, le modèle concluera qu'il n'y aura pas de pénurie en eau dans l'avenir. De là l'importance d'avoir un maximun d'années de débits.

La méthodologie utilisée consite à appliquer les scénarios de croissance fortes, en supposant que s'il n'y a pas de carence en eau avec ceux-ci, il n'y en aura certainement pas avec les scénarios faibles. Toutefois si on se fie à la croissance de la population de la région entre 1976 et 1986, le scénario fort semblerait être celui qui se rapproche le plus de la réalité. En effet, durant cette période, le bassin a connu une croissance de 22.17%, alors que le scénario fort pour la région du nord de Montréal nous donne des croissances annuelles variant approximativement entre 13% et 20% entre 1986 et 1996. Si on considère le fait

que le taux d'accroissement tend à diminuer d'année en année, le scénario fort du BSQ (Bureau de la statistique du Québec) devrait s'avérer assez juste.

5.2 Résultats

L'analyse des résultats montre qu'il n'y aura pas de pénurie en eau dans le bassin versant de la rivière L'Assomption d'ici l'an 2006. Le noeud 2 est cependant celui où les risques sont les plus élevés.

Tableau 5.1 **Estimation du prélèvement et de la consommation pour 2006 (noeud 2)**

	Offre totale		
	0%-19%	20%-39%	40%-59%
Janvier	95%	5%	0%
Février	81%	19%	0%
Mars	95%	5%	0%
Avril	100%	0%	0%
Mai	100%	0%	0%
Juin	100%	0%	0%
Juillet	97%	3%	0%
Août	78%	22%	0%
Septembre	75%	23%	2%
Octobre	89%	11%	0%
Novembre	98%	2%	0%
Décembre	98%	2%	0%

Les résultats démontrent en effet qu'à ce noeud, le prélèvement peut aller de 40% à 60% de l'offre en eau du sous-bassin pour le mois de septembre. Toutefois, la consommation, dans tous les cas, n'exèdera jamais 20% de l'offre totale.

Sur ce tableau, les pourcentages à chaque mois sont calculés sur le nombre d'années historiques de débits dont le modèle s'est servi pour évaluer l'offre, c'est-à-dire 64 années.

6 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Le premier objectif de cette étude a été atteint, puisque qu'il a été démontré que le bassin versant de la rivière L'Assomption offre suffisamment d'eau pour satisfaire à toutes les demandes. Cette étude a aussi servi à produire une banque d'informations sur ce bassin versant. Toutefois, l'amélioration des méthodes d'estimation et de traitement des données, ne semble pas avoir atteint le niveau prévu. En effet, le manque de données précises, notamment celles concernant la consommation de l'eau et celles sur la quantité d'eau souterraine disponible, a fait en sorte que les possibilités de traitement ont été rapidement réduite. De même, les limites du modèle pour ce qui est de la qualité de l'eau réduit considérablement la portée de l'étude. Il n'y a donc pas eu d'amélioration notable sur les techniques de traitement des données.

Les études ultérieures devront en venir à considérer le facteur qualité de l'eau, surtout pour les bassins fortement industrialisés et où la population est importante. Le modèle traite actuellement de l'offre en eau en tenant compte exclusivement du volume disponible. Pour certains types d'industrie, l'eau, quelle soit polluée ou non, peut être utilisée. C'est le cas notamment pour l'hydro-électricité. Mais pour d'autres genres d'utilisation, par exemple au niveau domestique, la mauvaise qualité de l'eau diminue considérablement sa disponibilité relative.

La tarification de l'eau est un autre facteur à prendre en considération dans les études à venir. Le modèle, dans sa forme actuelle est capable de tenir compte de cet élément, mais c'est le manque de données sur la tarification qui constitue encore le principal obstacle. Selon le type utilisé, la tarification peut intervenir dans le calcul de la disponibilté en eau en ce sens qu'elle constitue un agent d'incitation à la conservation.

Pour le moment lorsqu'on ne dispose pas du prélèvement réel de l'eau pour une population donnée, on calcule le prélèvement en multipliant le nombre d'habitants (ruraux et urbains) par des coefficients nationaux. Il serait certainement préférable d'utiliser des coefficients calculés en fonction du type de tarification.

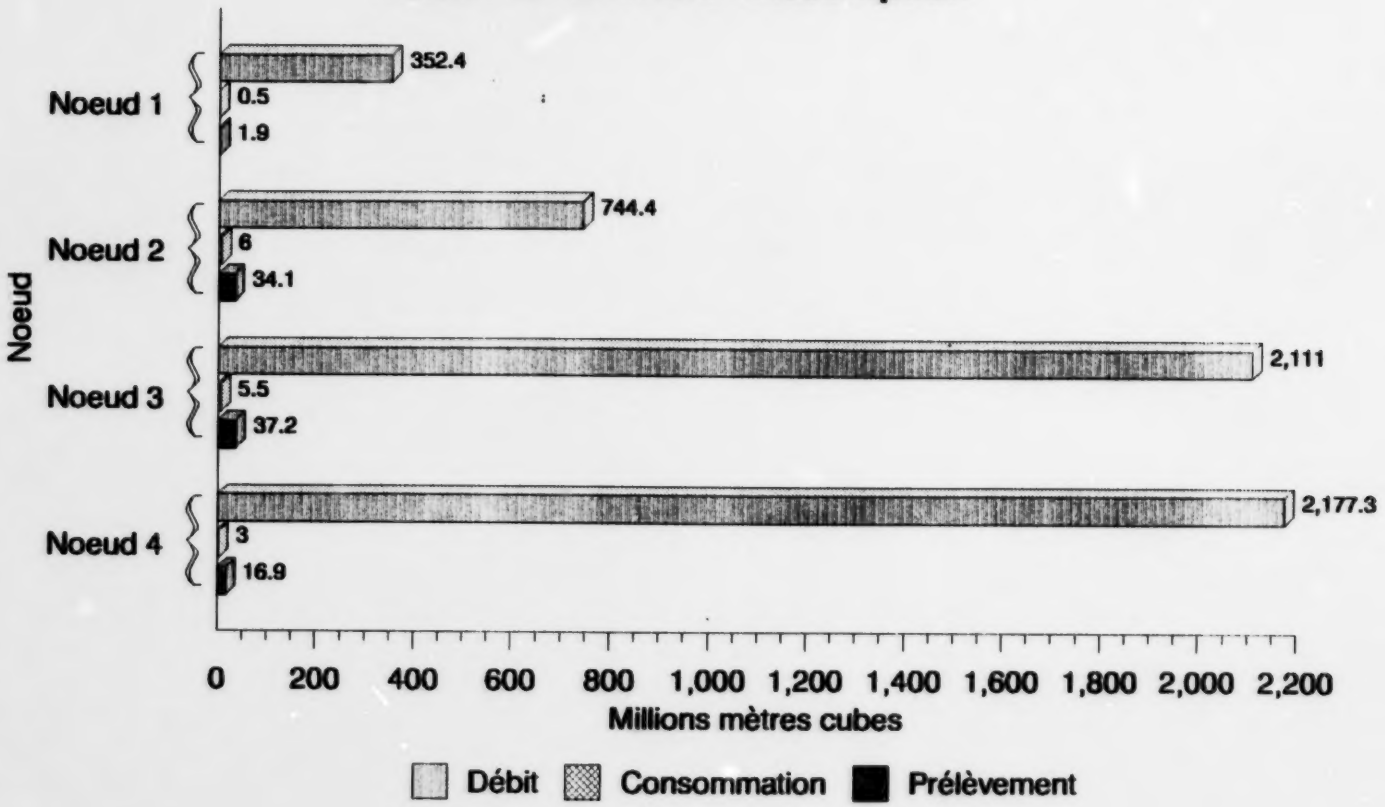
Le dernier facteur dont il serait intéressant de considérer dans les études à venir est le changement technologique. Bien que le modèle soit actuellement capable d'en tenir compte, le problème se situe principalement au niveau du type de changement effectué et de ce qui a motivé le changement. En effet, on ne peut pas prendre pour aquis qu'un changement technologique diminue à tous les coups la consommation en eau, car cela dépend du type de production effectué. Dans certains cas, un changement technologique peu impliquer une plus grande consommation en eau.

Figure 5.1

Prélèvement annuel, par catégorie utilisatrice

(scénario fort)

Bassin de la rivière l'Assomption



RÉFÉRENCES

- Acres International Limited, 1988. Water Supply Constraints to Energy Development -Phase VII, User's Manual. Environment Canada, Inland Waters Directorate.

- Acres International Limited, 1988. Water Supply Constraints to Energy Development -Phase VII, Summary Report. Environment Canada, Inland Waters Directorate.

- Bernier L., 1990. Application du modèle d'analyse d'utilisation de l'eau au bassin de la rivière Richelieu, Etude no 22, Collection des sciences sociales, Environnement Canada, Direction générale dès eaux intérieures, région du Québec. 19 p, 3 annexes

- Environnement Canada, 1985. Annuaire de l'eau du Canada: Utilisation des eaux., 98 p.

- Environnement Canada, 1986. Inventaire national des équipements en eau des municipalités du Canada, (MUNDAT).

- Environnement Canada, 1986. Industrial Water Use Survey Tables.

- Environnement Canada, 1988. Sommaire chronologique de l'écoulement: Québec, jusqu'à 1986, Direction générale des eaux intérieures, Division des relevés hydrologiques du Canada.

- Environnement Canada, 1989. Utilisation de l'eau souterraine par les municipalités de plus de 1000 habitants au Québec en 1981, Direction des eaux intérieures , Région du Québec.

- Environnement Canada, 1984, Qualité des eaux du fleuve Saint-Laurent de Cornwall la Québec (1977-1981), Direction générale des eaux intérieures, Section des relevés de qualité.

- Infometrica, Taux de croissance industrielle, Infometrica Ltd, Ottawa, Canada, 1988.

- Pêches et Environnement Canada, 1976. Annuaire de l'eau du Canada, 1976, 106 p.

- Québec, Bureau de la Statistique, 1984. Perspectives démographiques régionales 1981-2006, Québec.

- Québec, ministère des Affaires municipales, 1985. Répertoire des municipalités du Québec.

- Québec, Bureau de la Statistique, 1984. Révision des effectifs du bétail 1971-1983.

- Québec, Bureau de la Statistique, 1988. Révision de l'effectif du bétail 1981-1987, Statistiques agricoles.

- Québec, ministère des Richesses Naturelles, 1977. Municipalités par régions hydrographiques et bassins versants, Service de l'hydrométrie.

- Québec, ministère des Richesses Naturelles, 1977. Caractéristiques physiques et démographiques, Bassin de la rivière L'Assomption, Programme de connaissances intégrées.

- Québec, ministère de l'environnement, 1977. Hydrométéorologie, Bassin versant de la rivière L'Assomption, Programme de connaissances intégrées, Service de la météorologie.

- Québec, ministère de l'environnement, 1980. Les utilisations de l'eau, Bassin versant de la rivière L'Assomption, Programme de connaissances intégrées, Étude de la presse écrite.

- Québec, ministère des Richesses Naturelles, 1979. Eau de surface, Bassin de la rivière L'Assomption, Programme de connaissances intégrées, service de l'hydrométrie.

- Québec, ministère des Richesses Naturelles, 1980. Étude hydrogéologique, Bassin de la rivière L'Assomption, Programme de connaissances intégrées.

- Québec, ministère de l'Environnement, 1989, Qualité des eaux du bassin de la rivière L'Assomption 1976-1987, Direction de la qualité du milieu aquatique.

- Québec, ministère des Affaires Municipales, 1990, Établissement d;un mode de tarification des services relatifs à l'eau, Étude préliminaire, Direction générale de l'évaluation foncière.

- Répertoire industriel Scott's, Fabricants du Québec, 13e édition, Penstock Publications Limited.

- Statistique Canada, Divisions de recensement et subdivisions de recensement, Population urbaine et rurale. 1981 - 1986. Catalogue 92-ll3.

- Statistique Canada, 1986. Enquête sur l'utilisation de l'eau dans les industries.

- Statistique Canada, Recensement de l'agriculture, 1971-1976-1981-1986, catalogue 96-706, 96-805, 96-914 et 96-107.

- Tate D.M. et Scharf D.N., 1985. Utilisation de l'eau dans les industries du Canada, 1981, Etude no 19, Collection des sciences sociales, Direction générale des eaux intérieures, Environnement Canada. 41 p.

- Tate D.M. et Scharf D.N., 1987. 1986,Industrial Water Use Survey Tables, volume 1-Water use in manufacturing, Direction générale des eaux intérieures, Environnement Canada.

- U.S. Department of Commerce, 1981. Water use in manufacturing, 1977 census of manufactures, Bureau of the Census.

- U.S. Department of Commerce, 1986. Water use in manufacturing, 1982 census of manufactures, Bureau of the Census.

ANNEXE 1

Méthodes d'extrapolation des débits

Les données de débits pour la station de Rawdon ont été récoltées de juin 1920 à décembre 1965, et les données de la station de Joliette s'étendent d'octobre 1921 à septembre 1986. Les données de débits disponibles sur la rivière de L'Achigan couvrent la période de décembre 1979 à septembre 1986. Les débits disponibles de la rivière Rouge couvrent l'intervale 1977 à 1985, période durant laquelle plusieurs débits sont manquants. Toutes ces données nous proviennent du Sommaire chronologique de l'écoulement, publié par Environnement Canada.

Ces informations n'étaient pas suffisantes, il a donc fallu en générer d'autres à partir des débits déjà connus. Une régression linéaire a donc été effectuée pour générer les données manquantes pour la rivière de L'Achigan et la rivière Rouge à partir des données disponibles (1977 à 1986). De plus, il a été possible à partir des débits moyens de la rivière Saint-Esprit, de la rivière de L'Achigan et de l'embouchure de générer les données pour la rivière Saint-Esprit et pour l'embouchure en procédant par pourcentage de débits. C'est-à-dire que le pourcentage du débit moyen de la rivière Saint-Esprit par rapport à celui de la rivière de L'Achigan a été appliqué sur toute la période traitée par le modèle. La même méthode a été utilisé pour la rivière Rouge pour certains mois de l'année, lorsque les données n'étaient pas assez nombreuses pour effectuer la régression.

Les données du quatrième noeud (embouchure) ont également été évaluées selon cette méthodologie, puisque le débit du noeud précédant était alors connu pour toute la période étudiée . Les données de débits moyens de la rivière Saint-Esprit et de l'embouchure proviennent du document "La qualité des eaux du bassin de la rivière L'Assomption", du Ministère de l'Environnement du Québec (avril 1989). La période à retenir pour les données s'imposait d'elle-même, c'est-à-dire de 1922 à 1965, car pour cette période les débits de deux noeuds étaient disponibles.

ANNEXE 2

DÉBITS DE LA RIVIÈRE L'ASSOMPTION

(mètres cubes par seconde)

Noeud 1	jan.	fév.	mar.	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.
1922	17.1	17.2	19.6	75.0	32.4	32.0	17.1	11.8	4.3	7.3	6.3	4.9
1923	6.2	5.9	4.7	62.1	99.2	22.9	16.7	17.7	15.0	16.0	19.7	41.5
1924	17.3	16.1	13.6	64.8	143.0	23.9	15.7	14.5	16.5	41.3	21.9	26.0
1925	12.6	20.7	30.3	81.6	59.1	36.2	26.0	15.1	10.6	13.1	24.7	22.8
1926	11.5	10.1	8.4	23.5	92.6	35.2	38.0	14.1	13.8	21.9	49.0	29.7
1927	13.6	10.4	14.0	49.0	51.6	45.7	29.2	13.6	10.6	18.2	56.7	44.4
1928	18.9	12.4	20.1	51.0	150.0	37.2	22.1	19.5	15.1	41.4	29.3	19.7
1929	20.7	14.3	20.8	84.3	112.0	28.6	28.7	12.2	15.3	17.0	17.8	9.1
1930	20.2	13.1	12.9	70.4	73.6	30.2	21.1	11.8	10.7	7.2	8.7	6.4
1931	5.7	5.5	5.8	66.3	34.2	24.7	14.0	7.3	7.7	8.2	15.3	10.9
1932	22.3	16.9	12.3	60.3	5.9	15.5	12.1	14.9	12.3	36.2	24.9	18.1
1933	16.2	10.3	8.6	81.6	17.8	14.5	9.9	15.5	8.4	7.4	7.5	6.9
1934	6.3	6.7	6.9	96.0	101.0	18.9	13.8	7.7	7.7	8.7	13.0	21.2
1935	10.8	7.1	8.8	59.6	42.6	27.7	17.7	8.3	12.6	11.3	19.2	10.9
1936	8.5	6.9	64.5	65.4	80.3	23.8	8.1	7.9	14.0	28.1	30.7	14.8
1937	29.9	15.5	11.1	69.5	65.3	22.6	10.1	9.5	8.3	15.9	43.7	19.0
1938	11.7	11.6	22.8	102.0	49.7	20.1	14.2	9.0	23.1	18.5	14.9	14.4
1939	11.5	9.7	10.0	35.0	125.0	20.6	29.9	41.3	11.2	18.8	16.7	10.4
1940	7.7	7.1	7.4	40.5	91.1	36.9	12.6	7.5	6.2	6.1	11.8	11.0
1941	11.0	8.3	7.1	69.4	10.8	7.4	7.5	6.0	9.6	14.9	40.9	20.9
1942	13.1	8.6	10.2	82.3	54.0	10.5	10.9	7.9	9.1	10.6	39.6	12.9
1943	10.1	8.6	9.8	42.7	176.0	45.5	16.6	10.0	10.3	15.6	34.7	11.3
1944	8.7	7.5	7.0	41.9	82.2	10.0	11.1	8.3	8.0	8.8	8.0	8.9
1945	7.7	6.5	38.2	96.5	55.5	35.7	16.9	11.2	25.1	35.7	29.3	11.3
1946	12.0	9.5	37.7	43.6	43.5	23.3	8.7	9.5	6.9	18.4	28.0	30.8
1947	13.7	11.3	14.3	80.0	152.0	59.1	28.2	12.4	12.7	13.9	10.4	7.9
1948	6.9	6.2	18.6	87.1	35.1	20.1	6.9	4.5	3.1	3.7	7.7	8.5
1949	10.0	8.2	10.7	106.0	40.9	14.1	8.5	5.4	6.7	9.1	12.2	21.6
1950	31.0	13.7	10.5	68.5	56.4	30.7	10.2	6.4	5.8	6.2	23.8	22.6
1951	15.4	10.7	11.4	141.0	71.5	29.7	18.1	6.0	6.9	9.3	25.8	32.0
1952	13.5	11.2	8.7	112.0	96.9	27.4	12.5	16.5	10.1	15.5	18.3	25.4
1953	15.2	15.6	59.3	83.5	28.3	10.6	6.0	4.9	6.3	9.3	7.4	13.1
1954	8.8	8.6	11.4	104.0	57.7	32.7	9.1	7.4	13.6	40.8	47.7	16.8

1955	10.8	7.9	8.6	107.0	43.8	10.6	5.5	7.6	8.8	10.4	14.4	7.1
1956	8.6	6.1	6.5	50.4	80.2	22.0	20.7	11.1	15.4	14.3	8.5	7.0
1957	9.5	10.0	9.6	40.6	27.9	23.9	38.2	8.8	14.3	15.4	38.3	42.9
1958	21.9	9.2	9.0	82.7	37.7	30.3	28.6	13.6	39.5	33.0	22.5	12.9
1959	9.8	8.1	7.0	66.7	50.3	16.7	14.2	16.0	27.7	32.0	41.0	19.3
1960	10.1	14.7	10.6	113.0	68.3	12.3	7.9	6.2	9.0	8.2	21.2	12.9
1961	7.6	5.6	6.4	61.9	80.8	18.6	19.6	11.8	10.4	7.7	5.8	9.5
1962	8.6	6.7	7.8	73.1	64.3	11.1	12.1	22.6	18.4	21.2	26.4	12.1
1963	8.5	6.6	6.5	66.0	54.7	14.5	8.5	11.5	24.0	15.9	54.6	26.6
1964	11.2	9.4	11.1	69.8	36.4	13.5	5.8	4.8	6.6	7.0	8.1	10.4
1965	12.0	10.1	9.9	43.0	60.6	9.4	7.9	20.6	35.4	49.9	33.1	13.9
1966	15.7	10.5	21.4	62.9	52.5	27.4	4.8	7.1	6.5	9.9	28.7	29.8
1967	11.1	9.0	6.7	58.5	64.7	38.8	28.9	10.5	14.4	39.6	36.7	18.8
1968	13.2	10.3	18.1	89.0	22.9	18.5	15.7	5.7	8.1	8.9	8.4	9.1
1969	8.4	8.7	6.8	78.9	102.0	18.2	8.1	10.3	12.5	11.3	17.4	12.7
1970	7.2	7.1	5.8	59.1	86.3	16.2	6.2	5.0	13.1	15.3	23.6	15.7
1971	8.4	7.5	7.9	36.7	107.0	14.9	11.4	8.0	20.5	17.5	8.2	10.2
1972	9.3	9.1	9.4	24.8	138.0	52.9	38.4	27.1	14.1	37.2	34.3	18.4
1973	15.7	19.3	43.9	99.2	61.2	23.0	18.5	15.6	13.3	16.7	10.2	20.6
1974	16.0	15.5	17.9	74.9	116.0	36.0	13.0	6.9	6.8	10.1	18.7	24.7
1975	9.8	8.8	16.9	54.1	89.9	30.4	5.9	4.7	7.8	11.3	23.3	23.0
1976	12.4	13.2	25.5	136.0	55.6	15.7	33.7	18.1	16.0	23.7	15.3	11.2
1977	8.0	6.4	24.4	103.0	24.9	12.4	13.0	10.2	13.1	31.5	20.2	20.0
1978	22.3	13.2	9.0	62.2	80.4	15.9	10.2	8.4	7.8	9.3	13.4	12.6
1979	12.5	9.8	36.5	92.8	53.1	27.4	17.8	11.7	25.6	39.3	28.5	29.2
1980	21.0	13.0	11.2	79.8	27.6	13.3	11.2	19.0	20.6	40.1	22.9	12.7
1981	7.3	53.2	39.5	98.8	44.5	36.0	22.2	16.6	19.0	22.6	26.6	13.3
1982	8.8	6.3	7.9	73.1	48.0	15.0	10.0	6.3	10.3	10.8	21.1	28.3
1983	21.3	15.8	23.1	87.7	118.0	31.8	6.1	3.7	6.3	14.1	34.7	22.8
1984	10.7	16.3	16.6	118.0	53.1	19.5	24.1	15.0	8.2	7.5	16.6	20.3
1985	11.3	6.2	9.7	85.0	56.0	13.6	12.0	4.9	7.3	13.4	17.4	16.1

Noeud 2	jan.	fév.	mar.	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.
1922	31.4	4.5	8.0	74.7	28.6	36.8	17.8	7.7	5.3	6.1	5.6	5.4
1923	4.2	4.4	3.8	47.6	108.0	21.2	12.3	8.3	12.8	11.8	14.5	27.9
1924	13.0	12.5	14.5	63.9	146.0	26.1	18.9	9.4	6.7	31.2	20.1	20.3
1925	8.4	16.7	16.1	80.1	48.9	30.2	18.0	11.7	7.5	9.4	24.5	21.7
1926	8.5	6.6	5.7	18.6	84.6	22.3	19.8	12.6	12.6	17.6	38.7	16.3
1927	9.8	8.4	13.8	46.6	56.7	21.2	32.1	11.8	6.9	17.3	34.4	17.2
1928	14.1	10.6	12.9	55.4	154.0	31.7	16.7	16.8	15.0	32.0	23.4	14.2
1929	18.3	14.0	19.5	78.2	135.0	25.8	15.9	13.6	10.1	14.8	15.4	7.0
1930	19.9	16.7	15.9	57.7	87.3	29.4	19.7	14.5	6.6	7.9	11.9	4.7
1931	4.7	4.6	5.9	68.3	29.0	23.9	8.4	6.8	6.1	8.0	12.6	9.3
1932	15.0	11.6	9.9	66.4	49.9	16.9	8.9	15.0	15.7	37.3	22.6	15.0
1933	15.2	10.6	8.9	96.9	74.9	18.2	9.3	14.0	10.0	6.9	6.3	6.6
1934	7.7	4.8	9.9	101.0	93.1	25.9	13.8	5.7	8.5	7.6	12.0	19.0
1935	9.0	7.2	9.1	62.8	56.0	30.0	17.7	6.9	7.6	10.2	17.3	11.0
1936	7.5	6.0	76.7	65.9	70.3	25.2	8.2	6.4	23.1	36.3	29.0	15.8
1937	28.0	15.8	11.7	77.2	75.0	13.7	8.0	8.8	6.6	12.6	37.3	18.0
1938	10.7	10.9	21.3	96.2	45.9	21.4	17.5	16.3	25.6	17.9	16.0	15.9
1939	10.6	7.4	9.3	49.3	119.0	25.5	34.0	34.4	12.4	17.3	15.0	8.3
1940	6.3	5.6	5.4	36.7	92.0	46.7	15.9	8.7	4.3	3.8	9.6	9.2
1941	11.4	7.9	9.7	65.5	17.0	9.5	3.7	3.3	3.0	10.5	28.5	20.9
1942	12.4	8.5	12.6	78.1	50.6	13.0	9.2	7.3	7.9	13.0	40.0	12.2
1943	8.3	6.8	8.0	29.7	149.0	36.0	21.9	10.0	9.0	14.9	35.4	7.0
1944	6.0	5.2	4.6	32.3	66.9	15.7	14.8	9.2	7.6	12.0	9.7	5.8
1945	6.8	4.6	20.4	91.4	53.4	26.2	15.3	12.9	25.4	29.3	28.1	11.0
1946	9.9	9.4	31.6	43.7	38.3	15.1	7.8	10.9	7.1	19.7	23.1	21.5
1947	15.4	5.0	2.8	63.0	130.0	50.7	23.2	13.5	12.7	11.2	11.1	8.9
1948	5.1	3.8	13.0	64.5	37.2	13.9	6.9	3.8	2.5	2.7	6.5	8.4
1949	5.4	5.2	7.4	81.0	36.7	10.7	10.3	4.0	6.6	12.2	11.3	16.2
1950	21.8	11.4	11.1	62.2	51.7	27.5	12.9	5.6	3.5	4.2	15.0	15.7
1951	12.4	8.3	9.7	122.0	62.9	23.4	17.3	6.6	7.0	9.2	21.8	21.5
1952	12.4	8.1	7.2	90.8	70.8	32.5	13.2	13.9	11.6	18.0	16.2	30.3
1953	16.9	15.5	52.2	71.1	29.7	11.4	6.1	3.6	5.9	10.1	9.4	16.3
1954	9.5	7.3	13.0	78.8	55.1	34.2	12.3	8.9	12.8	33.0	43.9	17.5

1955	11.7	8.1	9.5	91.2	43.8	12.7	5.7	9.4	7.0	12.3	16.3	8.1
1956	9.7	6.0	6.4	41.4	60.6	23.8	17.2	10.0	11.8	13.8	12.4	10.8
1957	7.3	7.0	9.1	32.5	21.5	22.3	36.2	12.4	12.7	15.0	40.5	33.5
1958	17.6	11.4	13.1	76.6	33.8	30.7	36.1	17.6	32.5	25.4	16.6	11.1
1959	9.0	8.8	6.9	55.5	37.5	14.4	11.5	12.3	22.3	31.6	32.5	15.7
1960	10.6	14.6	9.7	97.1	56.9	13.0	9.4	5.2	5.0	6.0	16.9	11.2
1961	4.8	4.7	6.2	54.3	69.0	18.4	19.7	9.8	9.0	5.3	3.8	9.4
1962	7.3	4.2	6.6	64.0	47.9	12.3	9.9	14.6	16.4	22.7	25.2	12.8
1963	9.7	6.4	5.4	57.6	45.7	14.7	9.1	11.7	20.9	16.6	51.5	24.9
1964	11.1	8.5	11.9	62.9	31.0	13.3	7.1	5.6	4.8	4.5	6.1	12.1
1965	12.1	8.0	10.2	38.2	51.3	14.5	14.6	13.2	30.0	42.9	31.4	15.2
1966	13.1	9.3	23.4	64.2	46.6	24.3	7.6	7.4	5.6	5.7	23.7	24.4
1967	10.4	8.0	6.3	50.3	54.0	25.8	28.2	14.0	14.2	42.0	38.3	19.3
1968	9.6	8.5	16.3	83.4	23.2	16.5	12.1	4.9	5.6	6.7	8.6	7.8
1969	7.8	9.4	7.9	62.6	77.9	16.1	8.8	8.3	4.6	5.3	23.0	17.1
1970	6.5	7.5	6.2	65.5	92.1	16.5	7.5	4.4	6.4	15.3	25.1	14.3
1971	8.1	7.1	8.0	42.9	96.2	17.2	8.6	6.5	21.1	15.6	10.7	12.1
1972	9.3	8.1	8.7	29.7	117.0	33.7	25.0	20.1	13.5	31.4	34.5	17.0
1973	15.5	19.7	41.2	114.0	65.9	23.0	16.1	14.5	11.1	14.5	12.9	15.8
1974	13.7	12.6	15.3	75.5	120.0	46.9	14.8	8.5	5.5	8.0	12.6	25.5
1975	10.4	7.8	14.7	55.0	82.1	32.3	7.0	4.9	6.6	13.8	24.0	20.3
1976	11.1	10.5	20.9	131.0	58.1	18.0	27.9	19.0	12.7	24.4	14.3	10.6
1977	8.2	5.9	22.6	93.9	23.4	14.1	17.4	9.5	9.6	31.4	20.9	19.2
1978	24.9	13.9	8.6	59.0	69.9	20.9	9.1	6.4	5.4	8.8	11.1	11.1
1979	12.4	9.1	37.6	98.9	55.4	28.5	10.2	8.7	24.1	31.3	26.7	24.4
1980	16.8	9.2	12.5	69.1	28.3	12.6	6.6	11.1	19.3	37.5	22.7	13.2
1981	7.8	52.1	37.4	86.8	37.5	31.1	17.4	27.5	16.9	23.5	29.6	14.3
1982	10.9	8.6	9.2	66.6	50.0	16.9	9.1	4.7	8.7	8.3	15.7	22.6
1983	16.9	16.3	27.4	81.0	118.0	31.1	7.3	3.2	4.2	11.7	37.9	17.6
1984	10.6	13.5	15.3	116.0	50.5	16.7	19.5	9.2	4.7	4.2	9.4	11.9
1985	9.0	5.2	9.3	71.1	47.5	11.9	9.9	5.0	5.0	14.6	15.4	11.7

Noeud 3	jan.	fév.	mar.	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.
1922	77.0	27.0	44.5	215.1	69.5	92.0	41.6	23.2	13.3	16.2	27.2	14.8
1923	17.8	14.5	20.4	162.0	275.2	55.6	34.6	30.0	35.4	34.2	45.7	95.3
1924	40.8	39.4	47.6	186.2	385.5	64.8	41.3	28.7	28.3	90.6	59.3	64.5
1925	26.4	51.6	69.8	231.9	131.7	86.2	52.0	33.1	22.1	27.4	71.2	63.1
1926	25.4	22.8	27.6	98.1	227.7	72.1	67.9	33.6	33.6	49.4	127.1	62.1
1927	30.3	26.1	47.0	140.6	137.9	82.8	72.5	31.7	21.2	45.2	127.3	80.7
1928	44.8	32.1	52.8	154.5	406.5	89.8	46.0	45.9	38.8	92.0	74.3	46.9
1929	55.2	39.9	63.9	233.7	335.3	69.9	52.6	33.3	31.9	40.0	45.3	22.4
1930	57.8	43.2	49.0	187.2	213.4	77.7	48.4	34.4	21.0	19.1	28.1	15.4
1931	17.7	14.4	24.9	193.9	72.0	62.2	26.8	17.2	16.4	20.2	36.9	28.5
1932	50.4	38.7	38.9	182.3	80.3	39.8	25.3	38.4	36.3	95.3	67.7	46.4
1933	43.9	29.8	32.9	252.5	135.9	40.7	23.3	37.3	23.0	17.7	29.3	19.3
1934	17.9	16.0	32.4	279.7	251.0	58.5	33.1	15.7	20.0	20.2	33.1	56.7
1935	25.5	20.4	33.5	176.8	127.7	75.7	42.2	18.2	24.8	26.9	50.7	31.3
1936	20.1	18.2	204.9	189.5	190.4	63.2	19.9	17.1	49.2	85.6	87.0	43.9
1937	84.7	44.3	40.3	209.7	183.6	43.0	21.9	22.6	17.9	35.3	118.3	52.5
1938	30.0	31.7	69.1	283.1	117.1	52.6	37.9	34.7	64.3	46.5	43.2	43.6
1939	29.5	23.7	35.2	147.3	320.3	59.9	75.5	97.0	30.1	45.8	43.3	26.2
1940	16.8	17.7	26.1	137.3	239.1	114.0	34.2	20.5	11.9	11.4	27.0	28.5
1941	30.6	23.0	32.5	195.2	42.5	18.0	13.8	10.0	14.2	31.0	97.6	59.6
1942	34.9	24.2	40.6	230.5	129.6	27.4	24.2	18.6	20.8	30.7	118.9	35.6
1943	23.4	21.5	32.9	131.0	423.7	106.8	45.9	25.1	24.0	38.7	104.2	25.1
1944	17.3	17.5	24.4	133.3	186.3	31.3	31.2	22.1	19.0	27.3	22.9	20.2
1945	17.7	15.4	85.9	268.7	136.0	79.1	38.4	31.2	66.5	82.0	83.6	31.8
1946	28.6	26.8	102.8	149.0	97.6	46.1	20.1	26.2	16.9	49.2	72.2	72.1
1947	41.5	21.4	30.1	208.5	366.5	147.0	60.7	33.4	32.4	31.1	28.4	24.3
1948	19.6	13.8	51.2	221.3	87.3	40.4	17.0	9.2	8.0	7.3	29.8	24.1
1949	17.6	18.2	33.0	270.6	92.2	28.0	22.8	10.6	16.0	27.9	30.8	52.5
1950	73.7	34.9	38.7	189.8	133.9	75.2	27.9	14.2	10.3	12.2	51.4	52.8
1951	37.5	26.4	37.5	374.8	168.6	67.3	42.1	15.5	16.7	23.3	67.1	73.5
1952	35.4	26.4	30.5	291.9	207.9	79.5	30.9	38.1	27.5	43.6	47.5	80.6
1953	46.2	43.9	160.5	223.8	67.4	25.0	14.9	9.4	14.4	24.7	21.6	42.8
1954	24.2	22.2	42.7	264.8	141.2	88.6	25.8	20.7	33.7	93.0	135.9	49.1

1955	30.9	22.8	34.0	284.7	107.5	27.1	13.9	21.6	19.2	29.4	43.2	22.0
1956	24.5	17.4	26.5	136.4	173.3	58.8	45.0	26.2	34.5	35.7	28.8	26.4
1957	20.8	23.2	34.5	132.3	66.2	58.6	87.6	28.0	34.4	38.7	118.5	106.3
1958	55.1	29.9	40.0	229.3	83.9	80.0	76.5	41.4	95.0	73.0	53.1	33.8
1959	24.5	24.2	27.9	178.8	103.0	37.1	30.8	35.0	65.3	82.0	105.7	49.0
1960	28.0	41.4	36.6	301.1	154.9	29.6	21.0	13.3	16.5	17.0	52.2	34.0
1961	20.0	14.5	26.1	169.9	188.6	45.9	46.7	26.5	24.1	15.4	24.6	27.0
1962	19.8	15.0	28.3	199.1	135.2	27.0	26.4	45.4	45.0	56.9	74.6	35.7
1963	24.3	18.5	25.0	180.3	121.7	35.0	21.4	29.5	58.6	41.8	158.8	72.9
1964	30.2	25.2	40.6	192.6	77.7	31.5	15.9	12.7	13.1	13.5	29.8	32.6
1965	33.1	25.1	36.5	141.7	137.4	28.6	24.4	41.1	86.2	118.0	94.5	41.8
1966	39.2	27.8	70.7	183.6	121.1	66.1	15.4	17.9	14.3	18.3	74.2	75.8
1967	28.7	23.9	26.8	159.8	146.3	82.1	67.5	32.3	36.7	106.3	112.3	54.4
1968	29.4	26.2	55.7	247.4	63.7	42.7	33.2	12.4	16.2	18.9	21.1	23.9
1969	20.5	26.0	29.3	206.3	225.4	41.7	20.6	22.6	20.3	19.1	59.9	43.6
1970	16.4	21.0	25.4	179.3	234.5	40.0	16.8	10.9	23.7	39.1	71.2	42.4
1971	21.0	20.7	30.7	141.1	262.4	39.6	24.1	17.2	54.5	41.8	25.1	32.3
1972	24.4	24.2	33.6	113.1	329.8	111.8	74.5	59.0	35.3	86.8	102.0	50.1
1973	44.0	55.1	125.1	300.6	163.6	58.7	41.2	38.2	30.8	39.2	31.7	50.6
1974	40.8	38.9	53.9	215.9	313.0	113.2	33.3	19.5	14.5	22.1	40.8	71.7
1975	27.2	23.3	51.8	158.8	220.6	82.7	16.0	11.3	17.3	32.7	68.7	61.0
1976	31.5	32.8	71.7	378.1	144.3	41.8	72.6	48.2	36.5	62.1	40.3	31.0
1977	21.0	17.5	73.0	281.8	66.0	31.6	36.3	24.5	28.4	82.6	57.0	55.5
1978	70.0	38.6	32.9	196.2	183.4	47.3	23.0	17.2	15.5	22.9	31.8	33.5
1979	34.2	26.7	110.7	269.3	134.9	72.0	32.9	25.2	66.3	88.6	79.9	75.1
1980	52.5	30.4	41.7	215.7	67.9	30.0	22.2	35.8	50.3	98.1	65.6	37.1
1981	19.3	147.5	114.0	249.5	102.8	87.9	47.2	60.8	46.8	61.3	83.5	39.6
1982	27.0	22.0	32.7	202.3	122.6	39.2	23.1	12.6	23.7	23.6	49.7	71.0
1983	53.1	45.5	79.0	242.4	311.5	82.4	16.4	7.6	12.2	31.5	114.3	56.2
1984	28.6	41.3	52.4	332.3	129.7	43.6	49.8	27.7	15.0	13.8	30.2	43.7
1985	26.1	16.0	34.8	228.8	124.6	28.8	25.6	11.6	14.6	34.8	43.7	38.5

Noeud 4	jan.	fév.	mar.	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.
1922	79.6	27.9	46.0	222.5	71.9	95.1	43.0	23.9	13.8	16.8	28.1	15.3
1923	18.4	15.0	21.0	167.5	284.6	57.5	35.8	31.1	36.6	35.3	47.3	98.5
1924	42.2	40.7	49.2	192.5	398.7	67.0	42.7	29.7	29.3	93.7	61.3	66.7
1925	27.3	53.3	72.2	239.8	136.2	89.1	53.8	34.2	22.9	28.3	73.7	65.3
1926	26.3	23.6	28.6	101.5	235.5	74.5	70.2	34.7	34.8	51.1	131.4	64.2
1927	31.3	27.0	48.6	145.4	142.6	85.6	74.9	32.8	21.9	46.7	131.7	83.4
1928	46.4	33.2	54.6	159.7	420.4	92.9	47.6	47.5	40.1	95.1	76.8	48.5
1929	57.0	41.3	66.1	241.7	346.7	72.3	54.4	34.5	33.0	41.3	46.9	23.2
1930	59.7	44.7	50.7	193.6	220.7	80.4	50.1	35.6	21.7	19.7	29.0	15.9
1931	18.3	14.9	25.8	200.5	74.5	64.3	27.8	17.8	17.0	20.9	38.2	29.5
1932	52.2	40.1	40.2	188.5	83.0	41.1	26.1	39.7	37.5	98.6	70.0	48.0
1933	45.4	30.8	34.0	261.1	140.5	42.1	24.1	38.6	23.8	18.3	30.3	19.9
1934	18.5	16.5	33.5	289.3	259.5	60.5	34.2	16.2	20.6	20.8	34.3	58.6
1935	26.4	21.1	34.6	182.8	132.0	78.3	43.6	18.8	25.6	27.8	52.4	32.4
1936	20.8	18.8	211.9	196.0	196.9	65.4	20.5	17.6	50.9	88.5	90.0	45.4
1937	87.6	45.8	41.7	216.9	189.9	44.5	22.6	23.4	18.5	36.6	122.3	54.3
1938	31.0	32.8	71.5	292.7	121.1	54.4	39.2	35.8	66.5	48.0	44.7	45.1
1939	30.5	24.5	36.4	152.3	331.2	62.0	78.1	100.3	31.1	47.4	44.8	27.1
1940	17.4	18.3	27.0	142.0	247.3	117.9	35.4	21.2	12.3	11.8	27.9	29.4
1941	31.6	23.8	33.6	201.9	44.0	18.6	14.3	10.3	14.7	32.0	101.0	61.6
1942	36.1	25.0	42.0	238.4	134.0	28.4	25.1	19.2	21.5	31.7	123.0	36.9
1943	24.2	22.2	34.0	135.4	438.2	110.4	47.5	26.0	24.8	40.1	107.8	26.0
1944	17.9	18.1	25.2	137.9	192.7	32.3	32.2	22.9	19.6	28.2	23.7	20.9
1945	18.3	15.9	88.8	277.9	140.7	81.8	39.7	32.2	68.8	84.8	86.5	32.9
1946	29.6	27.7	106.3	154.1	100.9	47.7	20.8	27.1	17.5	50.9	74.7	74.5
1947	42.9	22.1	31.1	215.6	379.0	152.0	62.8	34.5	33.5	32.2	29.3	25.2
1948	20.2	14.2	52.9	228.8	90.3	41.7	17.6	9.5	8.3	7.6	30.8	24.9
1949	18.2	18.8	34.2	279.8	95.4	28.9	23.6	10.9	16.5	28.9	31.9	54.3
1950	76.2	36.1	40.0	196.3	138.5	77.8	28.8	14.6	10.6	12.6	53.1	54.6
1951	38.8	27.3	38.8	387.6	174.4	69.6	43.6	16.0	17.3	24.1	69.4	76.0
1952	36.6	27.3	31.6	301.8	214.9	82.2	31.9	39.4	28.5	45.1	49.1	83.3
1953	47.8	45.4	165.9	231.4	69.7	25.8	15.4	9.7	14.9	25.5	22.3	44.2
1954	25.1	23.0	44.1	273.9	146.0	91.6	26.7	21.4	34.8	96.2	140.5	50.8

1955	32.0	23.5	35.2	294.4	111.2	28.0	14.4	22.4	19.8	30.4	44.7	22.8
1956	25.3	18.0	27.4	141.0	179.2	60.8	46.5	27.1	35.6	36.9	29.8	27.3
1957	21.5	24.0	35.7	136.8	68.5	60.6	90.6	28.9	35.6	40.0	122.5	109.9
1958	57.0	30.9	41.4	237.1	86.8	82.7	79.1	42.8	98.2	75.5	54.9	35.0
1959	25.3	25.0	28.9	184.9	106.5	38.4	31.8	36.2	67.5	84.8	109.3	50.6
1960	28.9	42.8	37.8	311.4	160.2	30.6	21.7	13.7	17.1	17.6	54.0	35.1
1961	20.7	15.0	27.0	175.7	195.0	47.5	48.3	27.4	24.9	15.9	25.4	27.9
1962	20.5	15.5	29.3	205.9	139.8	27.9	27.3	46.9	46.5	58.8	77.1	36.9
1963	25.1	19.1	25.9	186.4	125.9	36.2	22.1	30.5	60.6	43.2	164.2	75.4
1964	31.2	26.1	42.0	199.2	80.4	32.6	16.4	13.1	13.6	14.0	30.8	33.7
1965	34.2	25.9	37.8	146.5	142.1	29.6	25.3	42.5	89.1	122.0	97.7	43.3
1966	40.6	28.8	73.1	189.9	125.3	68.3	16.0	18.5	14.8	18.9	76.7	78.4
1967	29.7	24.7	27.7	165.2	151.3	84.9	69.8	33.4	38.0	109.9	116.1	56.3
1968	30.4	27.1	57.6	255.8	65.9	44.2	34.3	12.8	16.8	19.5	21.9	24.7
1969	21.2	26.9	30.3	213.3	233.1	43.1	21.3	23.3	21.0	19.7	62.0	45.1
1970	17.0	21.7	26.3	185.5	242.5	41.3	17.4	11.3	24.5	40.4	73.6	43.9
1971	21.7	21.4	31.8	146.0	271.3	40.9	24.9	17.8	56.3	43.2	26.0	33.4
1972	25.3	25.0	34.7	116.9	341.0	115.6	77.1	61.0	36.5	89.8	105.5	51.8
1973	45.5	57.0	129.4	310.8	169.2	60.7	42.6	39.5	31.9	40.5	32.8	52.4
1974	42.1	40.2	55.8	223.3	323.7	117.1	34.5	20.2	14.9	22.9	42.2	74.1
1975	28.1	24.1	53.6	164.2	228.1	85.5	16.5	11.7	17.9	33.8	71.0	63.1
1976	32.6	33.9	74.1	391.0	149.3	43.2	75.1	49.8	37.8	64.2	41.7	32.0
1977	21.7	18.1	75.5	291.4	68.2	32.7	37.5	25.3	29.3	85.4	58.9	57.4
1978	72.4	39.9	34.0	202.9	189.7	48.9	23.7	17.8	16.0	23.7	32.9	34.6
1979	35.4	27.6	114.5	278.5	139.5	74.5	34.1	26.1	68.5	91.6	82.7	77.6
1980	54.3	31.4	43.1	223.0	70.2	31.0	23.0	37.0	52.0	101.4	67.9	38.4
1981	19.9	152.5	117.9	258.0	106.3	90.9	48.8	62.9	48.4	63.4	86.4	41.0
1982	27.9	22.7	33.8	209.2	126.8	40.5	23.9	13.0	24.5	24.4	51.4	73.4
1983	54.9	47.0	81.7	250.7	322.1	85.2	17.0	7.9	12.6	32.6	118.2	58.1
1984	29.6	42.7	54.2	343.6	134.2	45.1	51.5	28.7	15.5	14.3	31.3	45.2
1985	27.0	16.6	36.0	236.7	128.9	29.8	26.5	12.0	15.1	36.0	45.2	39.8